Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de la capitale nationale | Avis scientifique 2015/044

PROTOCOLE D'ÉVALUATION PRÉALABLE DES RISQUES POUR LES ESPÈCES AQUATIQUES MARINES NON INDIGÈNES

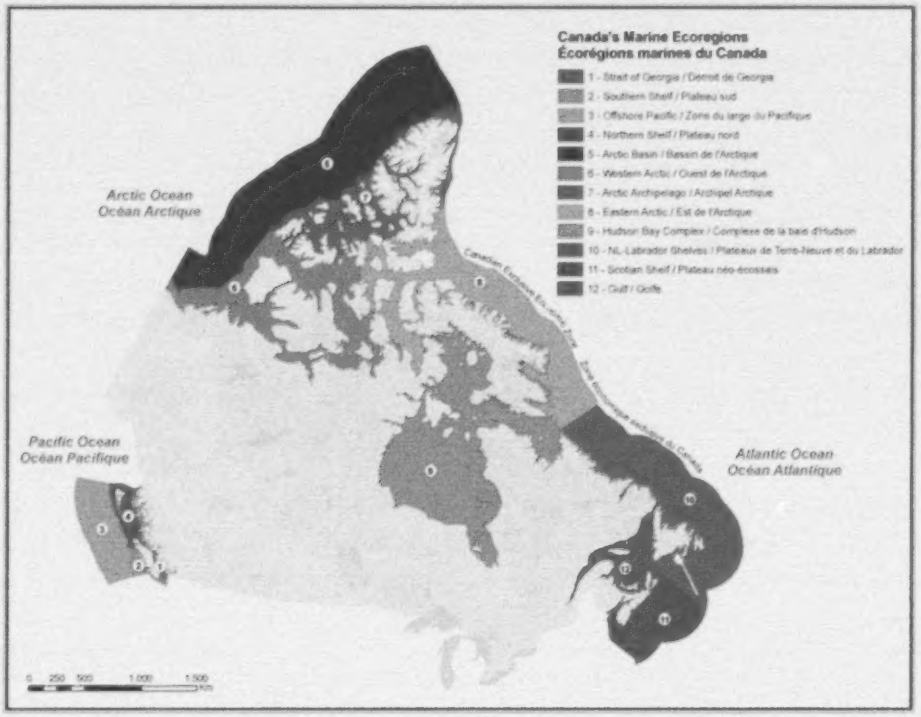

Figure 1. Carte indiquant les régions administratives de Pêches et Océans Canada (DFO 2009). Les trois écorégions utilisée pour tester le protocole d'évaluation préalable des risque pour les espèces d'invertébrés non indigènes inclus le golfe du Saint-Laurent, plateau néo-écossais et du détroit de Géorgie (voir la légende).

Contexte

Le programme sur les espèces aquatiques envahissantes de Pêches et Océans Canada (MPO) s'est vu confier la tâche, à la fois par le bureau du vérificateur général et à la suite d'une évaluation interne, de mettre en place un protocole justifiable sur le plan scientifique et relativement rapide qui permettra d'évaluer au préalable les espèces aquatiques non indigènes représentant un risque élevé et de les classer par ordre de priorité. Le Secteur de la gestion des écosystèmes et des pêches du MPO, également un client dans le cadre de ce processus, a demandé un avis scientifique appuyant l'élaboration d'un projet de règlement national sur les espèces aquatiques non indigènes. Plus précisément, il a demandé : 1) un protocole permettant de déterminer et de classer par ordre de priorité les espèces aquatiques non indigènes représentant un risque élevé; 2) la liste des espèces aquatiques non indigènes présentant un risque élevé, y compris celles qui ne se trouvent pas encore dans les eaux canadiennes et celles qui y sont déjà établies, et dont il faudrait limiter le transport vers les régions « non infestées ».

Le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) a entamé, en 2011, un processus national d'avis scientifique sur les outils d'évaluation préalable du risque (EPR) et d'établissement des priorités pour les espèces marines et d'eau douce non indigènes. La partie 1 du processus s'est déroulée à Montréal (Québec),

Canada

entre le 22 et le 24 novembre 2011; les participants ont comparé différents protocoles de ce type et ont conçu un cadre de travail en vue de la mise au point d'un nouvel outil EPR pour les espèces aquatiques non indigènes, depuis lors appelé l'outil d'évaluation rapide de Montréal. La partie 2 s'est tenue à Burlington (Ontario) du 19 au 21 mars 2013. Les protocoles EPR ont alors été évalués et appliqués à trois taxons d'espèces d'eau douce non indigènes.

Dans la partie 3, on a examiné un nouvel outil EPR conçu pour les espèces marines (Canadian Marine Invasive Screening Tool, CMIST), qui sert à prédire le risque associé aux espèces invertébrées non indigènes déjà établies ou encore non observées dans trois écorégions canadiennes (détroit de Georgie, golfe du Saint-Laurent et plateau néo-écossais).

L'avis scientifique est le résultat de la réunion nationale d'examen par les pairs qui s'est tenue du 4 au 6 février 2015 sur le Protocole d'évaluation préalable des risques pour les espèces aquatiques marines non indigènes. Toute autre publication issue de cette réunion sera publiée dans le Calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO) dès qu'elle sera disponible.

SOMMAIRE

- Les outils d'évaluation du risque biologique sont utiles pour cerner les espèces aquatiques envahissantes représentant un risque élevé. Les outils d'évaluation préalable du risque (EPR) s'appliquent assez rapidement (en quelques jours), car ils ont recours à l'information disponible pour déterminer les risques biologiques et écologiques associés aux espèces déjà introduites dans la région visée et à celles qui sont en voie de s'installer ou qui pourraient s'y installer ultérieurement.
- Les outils d'évaluation préalable qui comprennent l'établissement d'une cote permettent de dresser un classement comparatif accordant la priorité aux risques propres aux espèces et de répartir les ressources afin d'atténuer les invasions ou de les gérer. Pour que les objectifs du MPO soient atteints, les outils d'évaluation préalable doivent tenir compte des deux facteurs du risque d'invasion, à savoir sa probabilité et son impact.
- On a mis au point un nouvel outil canadien EPR pour les espèces marines envahissantes (l'« outil canadien » Canadian Marine Invasive Screening Tool, CMIST), que l'on a mis à l'épreuve en étudiant des espèces marines d'invertébrés dans trois écorégions canadiennes (CMIST), soit le golfe du Saint-Laurent, le plateau néo-écossais et le détroit de Georgie (voir la figure 1). L'outil canadien (CMIST) permet l'établissement d'une note qui tient compte de la probabilité et de l'impact d'une invasion. Par la même occasion, on a mis au point, pour l'outil canadien (CMIST), des méthodes innovantes permettant d'intégrer l'incertitude aux notes de risques et d'optimiser le rendement.
- On a évalué le rendement de l'outil canadien (CMIST) en même temps que celui de la trousse de notation en cas d'invasion d'invertébrés marins (la « trousse de notation » MI-ISK), le seul autre outil d'évaluation préalable pour ce type d'espèces. Au total, soixante combinaisons d'espèces déjà établies et d'écorégions ont été soumises à l'examen par deux évaluateurs employant les deux outils; les résultats ont ensuite été comparés aux connaissances d'experts en matière d'invasion biologique, pour les espèces comme pour les écorégions. Du côté des espèces non observées dans les trois écorégions canadiennes, on a étudié quarante-cinq combinaisons d'espèces et d'écorégions, avec les deux outils, dans le but d'estimer les risques d'invasion.
- Dans l'ensemble, l'outil canadien (CMIST) a donné de meilleurs résultats que la trousse de notation (MI-ISK) : la corrélation entre ses résultats et les connaissances d'experts était plus accentuée, et la variabilité entre les évaluateurs était moindre. Par ailleurs, l'outil canadien (CMIST) distingue clairement les deux facteurs de risque en cas d'invasion (la probabilité et l'impact) et exige moins d'interrogations avant de produire un résultat. C'est pourquoi l'outil canadien (CMIST) a été déclaré justifiable sur le plan scientifique et plus pratique pour une

évaluation préalable et le classement prioritaire des invertébrés marins déjà établis ou non encore observés dans les écorégions marines canadiennes.

- En cherchant à optimiser l'outil canadien (CMIST), on s'est rendu compte qu'il comportait un nombre excessif de paramètres, à l'instar de nombreux autres outils d'évaluation du risque. En pondérant mieux les questions contribuant à l'établissement de la note globale de risque et en éliminant certaines questions, on a obtenu un meilleur rendement du modèle, c'est-à-dire qu'il s'harmonise mieux avec les connaissances d'experts. Toutefois, à la réunion d'examen par les pairs, on s'est entendu pour ne pas appliquer cette optimisation, puisque les séries de données soumises à l'essai étaient relativement petites et que toutes les questions étaient, chacune à sa manière, essentielles à l'atteinte des objectifs propres au MPO. À l'avenir, il pourrait être avantageux de réduire le nombre de questions de l'outil canadien (CMIST) ou d'ajuster leur pondération en fonction des objectifs particuliers de l'évaluation.
- L'outil canadien (CMIST) a permis l'établissement d'une liste d'espèces évaluées (qu'elles aient ou non été établies dans les différentes écorégions). On pourrait donc, à partir de ce classement, connaître les invertébrés marins représentant le plus grand risque (voir la figure 2).
- Ces invertébrés associés à un risque élevé ont également été classés grâce à une matrice de points chauds qui présentait de manière sommaire la probabilité d'une invasion et son impact, en même temps que les notes globales de risque. Parmi les combinaisons d'espèces marines et d'écorégions présentant une plus grande probabilité d'invasion et d'impact plus important selon l'outil canadien (CMIST), on comptait huit espèces déjà établies et trois non encore observées dans des écorégions particulières (voir la figure 3).
- Les questions figurant dans l'outil canadien (CMIST) étant de nature générale du point de vue du processus d'invasion et de son impact connexe, l'outil pourrait convenir à d'autres taxons. On a admis que le document d'orientation, pour l'outil canadien (CMIST), devrait être révisé périodiquement, au fil de l'ajout de taxons, pour veiller à ce qu'il s'applique de façon cohérente, quels que soient les taxons ou les écosystèmes étudiés.

INTRODUCTION

Les biologistes s'intéressant aux invasions ont un défi formidable à relever, soit celui de cerner les espèces non indigènes présentant un risque élevé, que leur apparition soit intentionnel ou non, ce qui est souvent le cas dans les invasions marines. Quand il est question d'espèces non indigènes, le risque prend la forme d'une probabilité d'invasion et de ses impacts prévus. On veut en fait déterminer quelles espèces sont le plus susceptibles de se rendre au bout du processus d'invasion (introduction, survie, établissement et propagation) et d'exercer des répercussions négatives sur les milieux envahis. C'est pourquoi il faut mettre au point des outils d'évaluation du risque, afin d'éclairer les décisions de gestion et de politique visant les espèces non indigènes.

Les outils d'évaluation préalable du risque (EPR) réunissent généralement une série de questions auxquelles on peut répondre assez rapidement (quelques jours) et qui permettent de déterminer si une espèce constitue une menace (risque élevé) ou pas (faible risque) d'après l'information disponible. De telles évaluations peuvent s'appliquer autant aux espèces déjà établies dans le milieu à l'étude qu'à celles qui pourraient ultérieurement s'y installer. Les outils qui permettent l'établissement d'une note présentent un avantage supplémentaire, puisqu'ils permettent le classement comparatif du risque par espèce, ce qui aide à établir les priorités des ressources à utiliser et à les gérer. Lorsqu'ils sont précis, ces outils sont en mesure d'évaluer rapidement les espèces et de les classer, tout en orientant les ressources limitées vers celles qui présentent le plus de risque. Il faut cependant les examiner et les étalonner avant de les utiliser. Les outils d'évaluation préalable du risque, une fois validés, peuvent servir à cerner promptement le risque associé à une espèce non indigène nouvellement apparue (par

exemple dans le cadre d'un plan d'intervention rapide), à informer les programmes de suivi visant la détection rapide des espèces représentant un risque élevé et à déterminer les espèces associées à un risque élevé pour prendre à leur égard les mesures réglementaires appropriées.

Dans le cas présent, un nouvel outil, soit l'outil canadien (CMIST) d'évaluation préalable pour les espèces marines envahissantes, a été évalué par rapport à plusieurs critères de rendement dans une étude visant les invertébrés marins non indigènes de trois écorégions marines canadiennes (voir la figure 1). On a évalué le rendement de l'outil canadien (CMIST) en même temps que celui de la trousse de notation en cas d'invasion d'invertébrés marins (la « trousse de notation (MI-ISK) »), le seul autre outil d'évaluation préalable pour ce type d'espèces. Les notes de risque générées par chaque outil ont été comparées aux connaissances d'experts et aux évaluations du risque établies pour chaque combinaison d'espèce et d'écorégion. Comme ces outils d'évaluation préalable sont conçus pour, en fin de compte, cerner le risque potentiel provenant d'espèces non encore observées dans une région, on les a aussi utilisés pour certaines espèces non observées dans chaque écorégion.

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du processus du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) entamé en 2011 afin d'obtenir un avis scientifique sur les outils d'évaluation préalable du risque et de classement par ordre de priorité des espèces marines et d'eau douce non indigènes, à la demande commune du Secteur des sciences et des Affaires législatives et réglementaires (qui ont été remplacées par la Gestion des écosystèmes et des pêches du Ministère). Leur objectif consistait à mettre au point un outil national d'évaluation préalable du risque et de classement par ordre de priorité qui produirait une note de risque et servirait ensuite à repérer les espèces potentiellement invasives, à les classer et à leur accorder la priorité voulue. L'outil serait utilisé pour dresser une liste des espèces aquatiques non indigènes présentant un risque élevé, qu'elles se soient ou non déjà installées dans les écosystèmes canadiens (CMIST).

La partie 1 du processus s'est déroulée à Montréal (Québec), entre le 22 et le 24 novembre 2011; les participants ont comparé différents protocoles de ce type et ont conçu un cadre de travail en vue de la mise au point d'un outil EPR pour les espèces aquatiques non indigènes, depuis lors appelé l'outil d'évaluation rapide de Montréal. Les participants ont formulé des recommandations précises pour la suite de ce processus, soit 1) la mise à l'épreuve du nouvel outil pour les taxons et les systèmes d'eau douce et marins; 2) la comparaison des résultats de l'outil de Montréal à ceux de l'outil d'évaluation rapide de l'Alberta (version 3); 3) la comparaison des résultats de l'outil de Montréal à ceux d'autres méthodes soumises à l'attention des pairs (ex. : FISK, FI-ISK, MISK, MI-ISK). Vu le peu de financement disponible, on a décidé d'examiner d'abord les outils potentiels EPR sur différents taxons d'eau douce (poissons, mollusques et algues) et sur des invertébrés marins, en se donnant la possibilité de concevoir un outil national une fois ces premières études réalisées.

La partie 2 a eu lieu à Burlington, en Ontario, entre le 19 et le 21 mars 2013; on a appliqué les protocoles d'évaluation préalable à trois taxons d'eau douce non indigènes (poissons, mollusques et algues) qui font actuellement l'objet d'échanges commerciaux au Canada (MPO 2014a, b).

La partie 3 (c'est-à-dire le présent avis scientifique) a fait l'objet d'une rencontre à Halifax, en Nouvelle-Écosse, du 4 au 6 février 2015; on y a examiné et évalué :

(i) le rendement d'un nouvel outil EPR pour les systèmes marins (l'outil canadien (CMIST)), conçu pour prévoir et classer les risques comparatifs d'invertébrés marins non indigènes déjà installés dans trois écorégions marines canadiennes (CMIST) (golfe du Saint-Laurent, plateau néo-écossais et détroit de Georgie;

(ii) les méthodes d'optimisation statistique pour rehausser le rendement de l'outil canadien (CMIST) et la prévisibilité du risque;

(iii) le rendement de l'outil canadien (CMIST) du point de vue de l'évaluation du risque des espèces non indigènes n'ayant pas encore été observées dans ces trois écorégions. Jusqu'à

maintenant, l'outil canadien (CMIST) a été perfectionné, mis à l'épreuve et optimisé pour les taxons d'invertébrés marins non indigènes, mais comme il a été mis au point en fonction de la théorie sous-tendant la dynamique de l'invasion, on s'est aussi demandé, à cette rencontre, s'il pouvait convenir à d'autres taxons d'espèces aquatiques non indigènes (poissons, végétation marine, etc.).

ÉVALUATION

Le nouvel outil EPR canadien (CMIST) se fonde sur un ensemble de questions se rapportant à la séquence des événements du processus d'invasion et notamment aux impacts écologiques éventuels. Il distingue expressément deux facteurs de risque : la probabilité d'une invasion et l'impact de celle-ci. Les questions et la grille de notation composent le tableau A1 (voir l'annexe). Pour obtenir la note de risque selon l'outil canadien (CMIST), on multiplie la note moyenne de probabilité d'une invasion par celle qui se rapporte à l'impact moyen. Notons que l'outil tient compte expressément de l'incertitude que cause chaque question à l'évaluateur et redresse ainsi la note de risque. L'incertitude peut être documentée de plusieurs façons, mais pour la présente analyse, elle a été calculée pour chaque combinaison de cote et appliquée à chaque question à l'aide d'une simulation de Monte-Carlo. Elle est donc expressément intégrée dans les notes de risque redressées de l'outil canadien (CMIST), puisque sa corrélation avec les notes accordées par les experts était plus forte. La note ainsi redressée est un extrant de grande valeur, car i) elle tient compte de l'incertitude et est ainsi plus facilement comparable aux résultats concernant les espèces déjà établies et non encore observées dans les régions étudiées et ii) elle facilite le processus de prise de décision pour les gestionnaires qui peuvent se baser sur une note unique. Par ailleurs, puisqu'elle se présente sous la forme d'une note, elle peut être utilisée pour évaluer et comparer le risque soulevé par différentes espèces et établir des priorités.

On a évalué le rendement de l'outil canadien (CMIST) en même temps que celui de la trousse d'évaluation des invertébrés marins, MI-ISK. Les deux aboutissent à une note, mais ils utilisent des questions différentes et ont leur propre système de notation; dans le cas de l'outil canadien (CMIST), les questions sont basées sur la séquence du processus d'invasion et ses impacts potentiels, tandis que la trousse de notation (MI-ISK) pose des questions plutôt axées sur la survie de l'espèce et sur une invasion potentielle. On a évalué l'exactitude du rendement des outils (en le comparant aux connaissances d'experts sur les résultats d'une invasion d'une écorégion par une espèce), ainsi que sa précision (similarité relative entre les notes attribuées par les évaluateurs). Au total, soixante combinaisons d'espèces déjà établies et d'écorégions ont été soumises à l'examen de deux évaluateurs employant les deux outils; les résultats ont ensuite été comparés aux connaissances d'experts. Deux évaluateurs, utilisant les mêmes outils, ont également étudié le risque d'invasion dans quarante-cinq combinaisons d'espèces non encore observées et d'écorégions.

Dans l'ensemble, l'outil canadien (CMIST) a donné de meilleurs résultats que la trousse de notation (MI-ISK); la corrélation entre ses résultats et les connaissances d'experts était plus accentuée, et la variabilité entre les évaluateurs était moindre. Par ailleurs, l'outil canadien (CMIST) distingue clairement les deux facteurs du risque d'invasion (la probabilité et l'impact) et comporte moins de questions, ce qui en facilite l'application; en revanche, on considère qu'il comporte trop de paramètres (voir la question de l'optimisation, traitée ci-dessous). L'outil canadien (CMIST) a donc été déclaré justifiable sur le plan scientifique pour une évaluation préalable et le classement prioritaire des invertébrés marins déjà établis ou non encore observés dans les écorégions marines canadiennes.

Pour une application efficace de cet outil, il est essentiel de suivre les indications du document d'orientation qui l'accompagne, car on y trouve des exemples de réponse à chaque question et la manière de calculer les notes et d'interpréter les résultats. On s'assure ainsi d'une plus grande cohérence à long terme, malgré les remplacements d'évaluateurs et malgré l'ajout de nouvelles combinaisons d'espèces et d'écorégions. Dans la même optique, il faut réévaluer les résultats lorsque d'importants changements se manifestent au chapitre de la qualité ou de la quantité d'information (par

exemple l'apport de renseignements nouveaux susceptibles de faire varier les résultats de l'outil pour une question donnée : conditions environnementales dans la région ou complément d'information sur une espèce envahissante précise). Les combinaisons réunissant des espèces et des écorégions moins documentées, et donc engendrant plus d'incertitude, devront être réévaluées plus régulièrement. Enfin, même si les évaluations peuvent être réalisées à des échelles spatiales différentes en fonction des objectifs à atteindre, celles qui sont faites à l'échelle de l'écorégion et dont traite le présent document semblent être suffisamment équilibrées pour répondre à de nombreuses exigences en matière de gestion.

Quoique les outils d'évaluation du risque procurent généralement aux gestionnaires une information fiable aux fins de la prise de décision (par exemple la recommandation de permettre ou d'interdire l'introduction d'une espèce), les résultats subissent les effets de plusieurs sources d'incertitude éventuellement susceptibles de nuire à la prise en compte d'une ou de plusieurs questions dans la détermination finale du risque. Une question recevant la même note pour toutes les combinaisons d'espèces et d'écorégions, par exemple, ne contribuera guère à séparer les espèces envahissantes en fonction de l'ampleur du risque qui leur est associé. On note aussi, de plus en plus souvent, que les outils d'évaluation sont excessivement paramétrés et qu'il serait avantageux d'établir avec plus de précision la valeur de certaines questions quand deux outils sont utilisés simultanément. Dans une perspective statistique, il est possible d'évaluer l'apport de chaque question et d'éliminer celles qui n'accroissent pas le rendement. Les outils d'évaluation du risque, y compris l'outil canadien (CMIST), pourraient bénéficier d'une sélection des questions et d'une pondération relative de celles-ci plus serrées, en fonction de leur rendement global et de considérations supplémentaires (notamment au chapitre du mandat de l'organisation).

Dans la présente analyse, le processus d'optimisation a démontré un paramétrage excessif de l'outil canadien (CMIST) et de bien d'autres outils d'évaluation du risque. L'outil a affiché un meilleur rendement et est devenu plus efficace (à cause de la réduction du nombre de questions) quand on a mieux pondéré celles-ci et éliminé certaines d'entre elles. On a toutefois observé que le processus d'optimisation était basé sur un ensemble de données relativement restreint, qui ne comprenait pas les résultats obtenus dans toutes les écorégions du MPO et ne tenait pas compte du fait que toutes les questions avaient une importance pour l'atteinte des objectifs propres au MPO (y compris celles qui auraient pu être utiles à l'évaluation du risque socioéconomique et aux analyses de rentabilité). C'est pourquoi, bien que l'application future de l'outil canadien (CMIST) puisse profiter d'une réduction du nombre de questions et d'une meilleure pondération de celles-ci en fonction des objectifs particuliers d'une évaluation, il a été décidé, pour le présent avis scientifique, de ne pas appliquer le processus d'optimisation (et de retenir toutes les questions et leur pondération égale).

Pour une question de l'outil canadien (CMIST) (voir la question 1 au tableau A1), on a établi une note particulière tenant compte de l'état de l'espèce dans la région soumise à l'évaluation. Par conséquent, dès la conception, les espèces déjà installées obtiennent une note plus élevée que celles qui n'ont pas encore été observées. Bien que la différence soit mince entre la note de risque globale des premières par rapport aux secondes, le résultat reflète plus nettement la distinction réelle entre les deux groupes. Cela explique pourquoi toutes les questions ont été incluses dans les analyses.

Classement des invertébrés marins évalués avec l'outil canadien (CMIST)

L'outil canadien (CMIST), étant basé sur une note, permet de dresser une liste par ordre de priorité; plus la note est basse, plus le risque représenté par l'espèce est faible, et inversement (voir la figure 2). Parmi les espèces étudiées, certaines ont déjà donné lieu à une évaluation précise du risque (elles se reconnaissent aux caractères italiques dans la figure 2); on les a intégrées à la courbe comparative de risque afin de sous-tendre les résultats d'espèces non encore évaluées en détail. On peut déduire que les espèces affichant une cote identique à celle d'espèces à risque élevé précédemment déterminées (à partir d'évaluations détaillées) puissent également être considérées comme étant à haut risque. Les

données disponibles n'ont pas permis de désigner de seuils justifiables sur le plan scientifique permettant de distinguer les espèces présentant un risque élevé, modéré ou faible.

On peut aussi se représenter le risque d'une espèce à l'aide d'une matrice de points chauds indiquant, en convergence, la probabilité d'une invasion et l'impact de celle-ci (voir la figure 3). Comme l'outil canadien (CMIST) fait état de ces deux facteurs, on peut facilement les transférer à une matrice de ce genre. En l'absence d'une information *a priori* concernant la tolérance au risque et, en conséquence, de seuils à intégrer à la matrice, on peut tenir pour acquis que les espèces dites « à risque élevé » désignent celles pour qui autant la probabilité d'une invasion que l'impact de celle-ci sont élevés (voir les mentions figurant dans l'angle supérieur droit de la matrice 3 sur 3). Notons toutefois que des espèces ne figurant pas dans cette case pourraient représenter un risque plus élevé si la tolérance au risque et les seuils étaient différents. Parmi les invertébrés marins associés à un risque élevé mentionnés dans la matrice de points chauds, on compte huit espèces déjà installées et trois espèces non encore observées dans les trois écorégions canadiennes soumises à l'étude (voir le tableau 1 et la figure 3). Pour ces combinaisons écorégion-espèce à risque élevé, on a dressé un tableau sommaire à l'intention des gestionnaires, pour qu'ils puissent saisir les éléments clés de probabilité d'invasion et d'impact (voir les observations du tableau 1).

Pertinence de l'outil canadien (CMIST) pour les espèces non indigènes et les autres taxons

Au lancement de ce processus, l'objectif prioritaire consistait à mettre au point un seul outil national EPR pour les taxons d'écosystèmes marins et d'eau douce. Bien que l'outil canadien (CMIST) ait été conçu, perfectionné et évalué à l'aide d'invertébrés marins (en raison de la présence de données et de connaissances sur ces invasions), ses fondements théoriques sont en liaison directe avec le processus d'invasion et les impacts de celle-ci. C'est pourquoi il devrait, dans l'ensemble, convenir à d'autres taxons, dans les écosystèmes autant marins que d'eau douce. En outre, comme il ne comprend pas de questions visant précisément un taxon, rien ne saurait limiter son application à d'autres espèces. On a remarqué que l'outil canadien (CMIST) était actuellement appliqué à des espèces de poissons d'eau douce en Colombie-Britannique (et les analyses préliminaires laissent croire que tout va bien); on pourrait donc en évaluer bientôt le rendement sur plusieurs taxons. À des fins de normalisation et de cohérence dans l'application à d'autres taxons, on recommande la mise à jour du document d'orientation qui accompagne l'outil à intervalles réguliers, à mesure que l'on évalue des taxons supplémentaires.

Sources d'incertitude

Dans l'évaluation du risque, l'incertitude peut provenir de la qualité ou de la quantité de l'information disponible, de l'interprétation de celle-ci (subjectivité du jugement) ou de la signification des termes employés dans les questions ou les sondages d'experts (incertitude linguistique); tout cela se traduit par un manque de cohésion chez un évaluateur, entre les évaluateurs ou chez les experts. Bien qu'il soit à l'avantage de tous les outils de disposer d'une information abondante et de haute qualité, cette dernière est parfois manquante pour certaines espèces potentiellement envahissantes. Signalons toutefois que chaque invasion est un phénomène dynamique, dont le résultat peut être plus ou moins grave que ne l'aurait prédit un outil d'évaluation du risque.

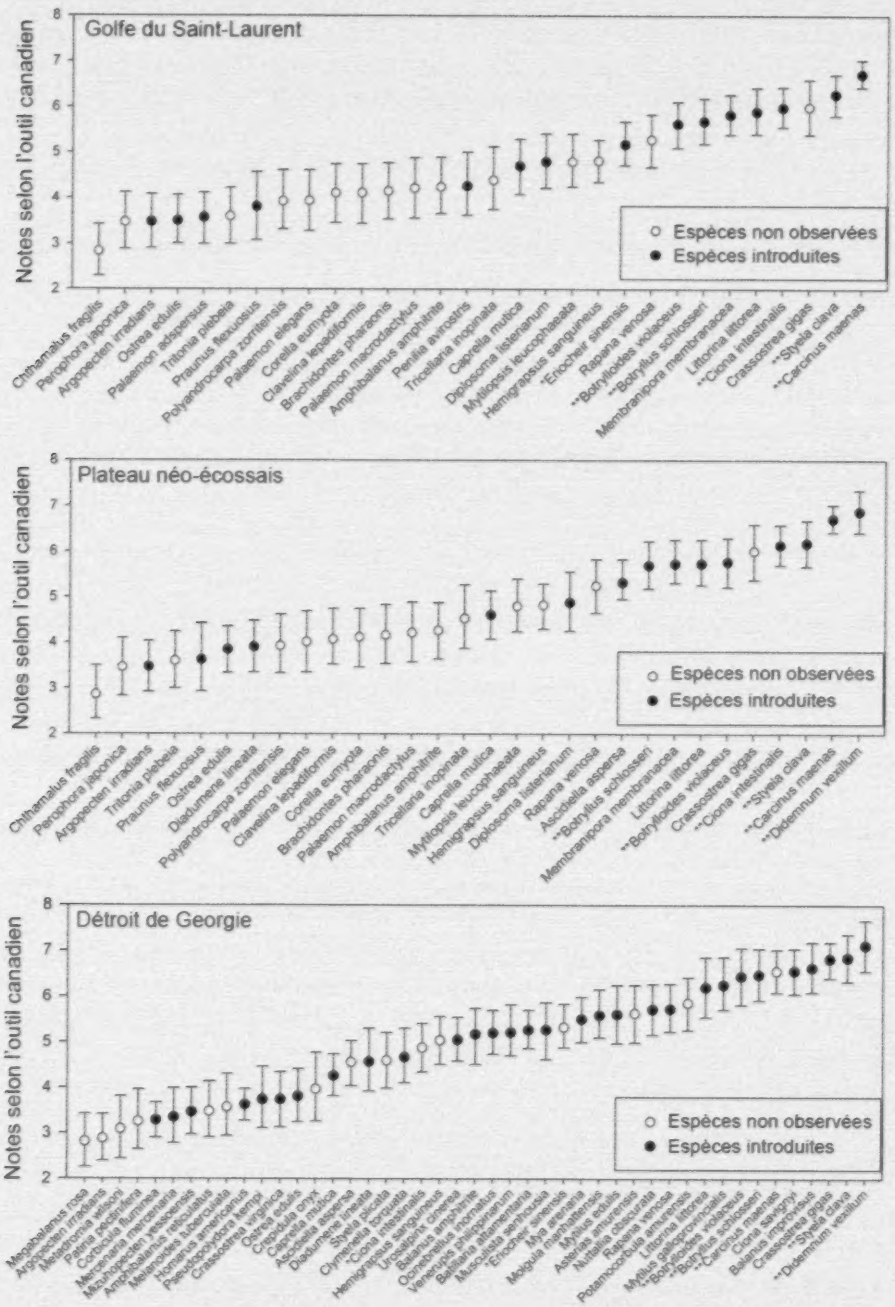

*Figure 2. Notes obtenues par les invertébrés marins introduits (cercles pleins) et les espèces non observées (cercles vides) dans trois écorégions marines du Canada, d'après l'outil canadien (CMIST). Les cotes ont été redressées en fonction de l'incertitude de l'évaluateur. Les astérisques (**risque élevé; *risque modéré) dénotent les espèces pour lesquelles une évaluation détaillée du risque a déjà été effectuée. Les barres d'erreur représentent les intervalles de confiance à 95 % supérieur et inférieur.*

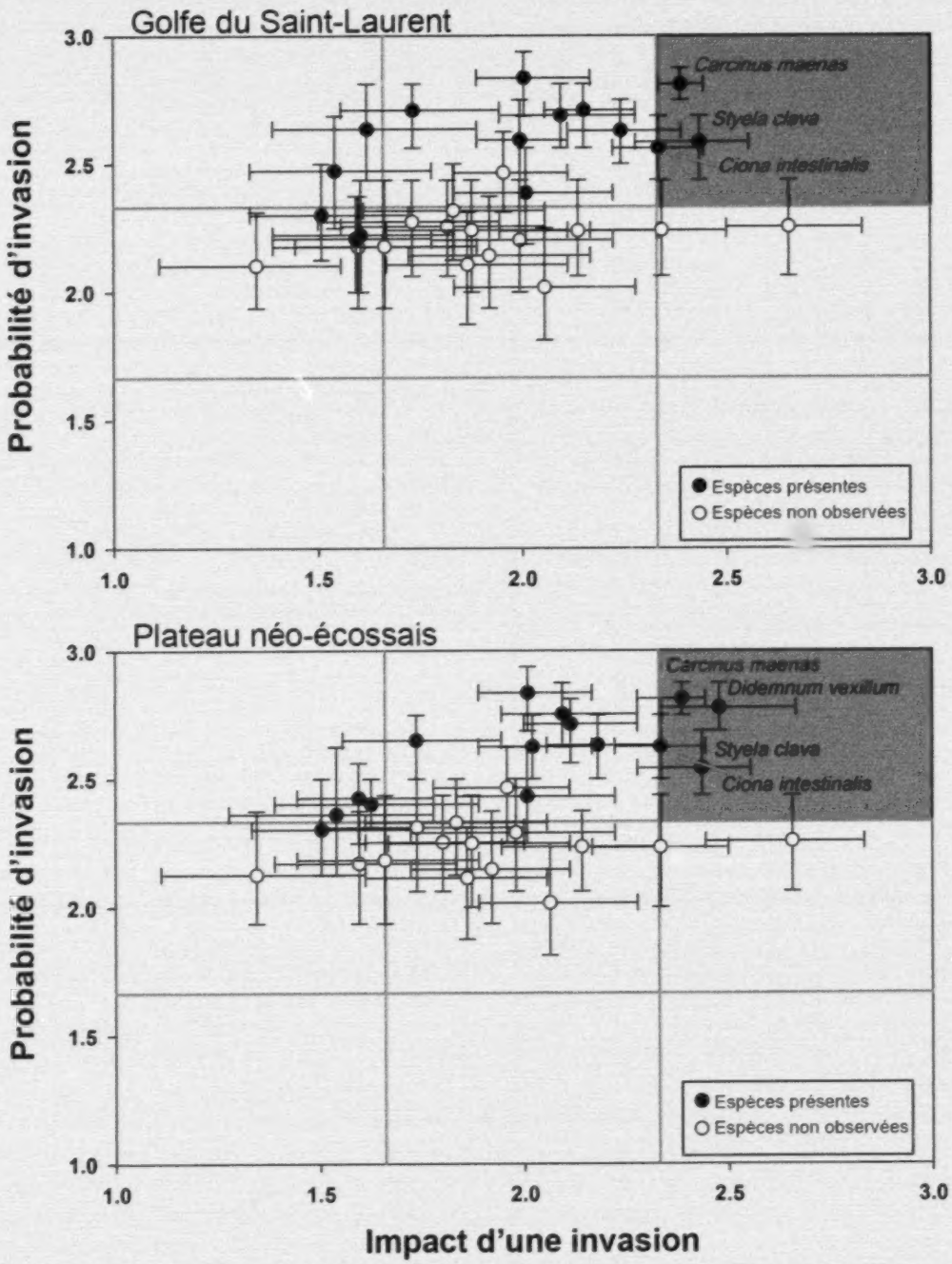

Figure 3. Matrice de points chauds permettant de cerner les invertébrés marins présentant un risque plus élevé. Dans l'angle supérieur droit de chaque graphique d'écorégion (région ombrée en rouge), on retrouve les espèces marines auxquelles l'outil canadien (CMIST) a attribué des notes élevées pour la probabilité d'invasion et l'impact. Les cotes ont été redressées en fonction de l'incertitude de l'évaluateur. Les barres d'erreur représentent les limites de confiance supérieure et inférieure de 95 %.

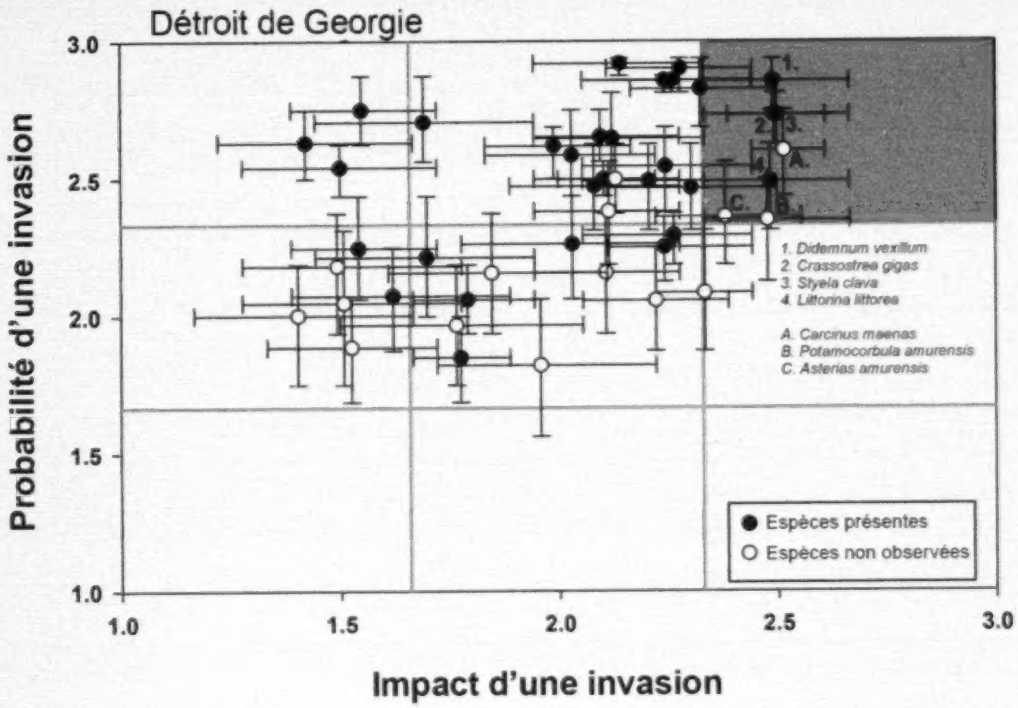

Figure 3. (suite)

Tableau 1. Liste des invertébrés marins non indigènes représentant un risque élevé (selon la figure 3) après évaluation, dans trois écorégions marines canadiennes [golfe du Saint-Laurent (GSL), plateau néo-écossais (PNE), détroit de Georgie (DG)] Les résultats de l'évaluation avec l'outil canadien (CMIST) se rapportent aux espèces déjà installées (cellules non ombrées) et aux espèces non encore observées (cellules ombrées) dans chaque écorégion. Les chiffres entre parenthèses représentent les limites de confiance supérieure et inférieure de 95 %. Les abréviations NE et NI représentent respectivement les espèces non évaluées et les espèces non identifiées en fonction de leur haut degré de risque, selon les écorégions.

Nom de l'espèce	Nom commun	Notes	GSL	PNE	DG	Observations
Asterias amurensis	Étoile de mer du Pacifique Nord	Outil EPR canadien (CMIST)	S.O.	S.O.	5,63 (4,99, 6,25)	
		Probabilité d'invasion			2,36 (2,18, 2,56)	Les principaux facteurs, en ce qui concerne la note de probabilité d'invasion, sont les conditions environnementales de survie acceptables, la possibilité de reproduction et la grande dimension de l'aire de dispersion naturelle ou anthropique.
		Impact d'une invasion			2,38 (2,22, 2,56)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de l'impact se rapportent à la croissance de la population, aux collectivités, aux espèces d'élevage ou à utilisation commerciale et aux données connues sur les invasions.
Carcinus maenas	Crabe européen ou crabe vert	Outil EPR canadien (CMIST)	6,71 (6,43, 7,03)	6,72 (6,43, 7,03)	6,55 (6,08, 7,02)	
		Probabilité d'invasion	2,81 (2,75, 2,88)	2,81 (2,75, 2,88)	2,60 (2,44, 2,75)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de probabilité d'invasion sont la présence dans l'écorégion (PNE et GSL), un habitat approprié, des conditions environnementales de survie acceptables, la possibilité de reproduction et la grande dimension de l'aire de dispersion naturelle ou anthropique.

Nom de l'espèce	Nom commun	*Notes*	*GSL*	*PNE*	*DG*	*Observations*
		Impact d'une *invasion*	*2,39* (2,33, 2,44)	*2,39* (2,28, 2,44)	*2,52* (2,44, 2,61)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de *l'impact se rapportent à la croissance de la population*, aux collectivités, aux espèces d'élevage ou à utilisation *commerciale et aux données connues sur les invasions.*
Ciona intestinalis	*Ascidie* jaune	Outil EPR *canadien* (CMIST)	5,98 *(5,56, 6,43)*	6,14 *(5,70, 6,58)*		
		Probabilité d'invasion	2,56 (2,44, 2,69)	2,63 (2,50, 2,75)	NI	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de *probabilité d'invasion sont la présence dans l'écorégion*, des conditions environnementales de survie acceptables (PNE), la possibilité de reproduction et la grande dimension de l'aire de dispersion naturelle ou anthropique.
		Impact d'une *invasion*	*2,33* (2,22, 2,44)	*2,33* (2,22, 2,44)		Les principaux facteurs qui contribuent à la note de *l'impact se rapportent aux impacts qui s'exercent sur les* habitats, aux espèces d'élevage ou à utilisation *commerciale et aux données connues sur les invasions.*
Crassostrea *gigas*	Huître *creuse du* Pacifique	Outil EPR *canadien* (CMIST)	NI	NI	6,82 *(6,40, 7,19)*	
		Probabilité d'invasion			2,73 (2,63, 2,81)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de *probabilité d'invasion sont la présence dans l'écorégion*, un habitat convenable, des conditions environnementales de survie acceptables, l'absence *d'agents de contrôle naturel efficaces et la grande* dimension de l'aire de dispersion anthropique.

Nom de l'espèce	Nom commun	Notes	GSL	PNE	DG	Observations
		Impact d'une invasion			2,50 (2,39, 2,61)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de l'impact se rapportent à la croissance de la population, aux collectivités, aux habitats et aux données connues sur les invasions.
Didemnum vexillum	Tunicier colonial	Outil EPR canadien (CMIST)	S.O.	6,88 (6,42, 7,35)	7,12 (6,56, 7,67)	
		Probabilité d'invasion		2,78 (2,69, 2,88)	2,86 (2,75, 2,94)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de probabilité d'invasion sont la présence dans l'écorégion (DG), le taux d'introduction (DG), un habitat approprié, des conditions environnementales de survie acceptables, la possibilité de reproduction dans l'écorégion, l'absence d'agents de contrôle naturel efficaces et la grande dimension de l'aire de dispersion naturelle (PNE) ou anthropique.
		Impact d'une invasion		2,48 (2,33, 2,67)	2,49 (2,33, 2,67)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de l'impact se rapportent à la croissance de la population, aux collectivités, aux habitats, à la fonction de l'écosystème, aux espèces d'élevage ou à utilisation commerciale (DG) et aux données connues sur les invasions.
Littorina littorea	Bigorneau	Outil EPR canadien (CMIST)	NI	NI	6,20 (5,54, 6,85)	

Nom de l'espèce	Nom commun	Notes	GSL	PNE	DG	Observations
		Probabilité d'invasion			2,49 (2,31, 2,63)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de probabilité d'invasion sont un habitat convenable, les conditions environnementales de survie acceptables et la grande dimension de l'aire de dispersion naturelle ou anthropique.
		Impact d'une invasion			2,49 (2,33, 2,67)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de l'impact se rapportent aux impacts qui s'exercent sur les habitats, à la fonction de l'écosystème, aux effets de la maladie, des parasites ou des organismes associés et aux données connues sur les invasions.
Potamocorbula amurensis	Petite corbeille d'Asie	Outil EPR canadien (CMIST)	S.O.	S.O.	5,86 (5,26, 6,42)	
		Probabilité d'invasion			2,35 (2,13, 2,50)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de probabilité d'invasion sont les conditions environnementales de survie acceptables, la possibilité de reproduction et la grande dimension de l'aire de dispersion naturelle ou anthropique.
		Impact d'une invasion			2,48 (2,33, 2,67)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de l'impact se rapportent à la croissance de la population, aux collectivités, aux espèces d'élevage ou à utilisation commerciale et aux données connues sur les invasions.
Styela clava	Ascidie plissée	Outil EPR canadien (CMIST)	6,27 (5,81, 6,71)	6,18 (5,68, 6,69)	6,85 (6,33, 7,36)	

Nom de l'espèce	Nom commun	Notes	GSL	PNE	DG	Observations
		Probabilité d'invasion	2,56 (2,44, 2,69)	2,56 (2,44, 2,69)	2,73 (2,63, 2,81)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de probabilité d'invasion sont la présence dans l'écorégion, un habitat approprié (DG), des conditions environnementales de survie acceptables, la possibilité de reproduction, l'absence d'agents de contrôle naturel efficaces (GSL et DG) et la grande dimension de l'aire de dispersion anthropique.
		Impact d'une invasion	2,43 (2,28, 2,56)	2,44 (2,28, 2,56)	2,49 (2,33, 2,67)	Les principaux facteurs qui contribuent à la note de l'impact se rapportent à la croissance de la population, aux collectivités (DG), aux habitats (GSL et PNE), aux espèces d'élevage ou à utilisation commerciale (GSL et PNE) et aux données connues sur les invasions.

CONCLUSIONS ET AVIS

La comparaison des outils EPR pour les invertébrés marins, qui fait l'objet de la présente étude, a démontré que l'outil canadien (CMIST) d'évaluation préalable pour les systèmes marins, qui se fonde sur le cycle d'une invasion et sur les répercussions de celle-ci, a donné de meilleurs résultats (en exactitude et en précision) que la trousse de notation (MI-ISK) des invertébrés marins; on en recommande donc de le privilégier comme outil d'évaluation préalable du risque. On peut également s'en servir comme outil d'établissement des priorités, car il classe les espèces évaluées en fonction du risque qu'elles présentent. Bien que cet aspect n'ait pas été traité formellement, l'outil canadien (CMIST) semble convenir à d'autres taxons que les invertébrés marins, si l'on en croit la teneur des discussions et délibérations de la rencontre.

Bien que l'on ait pu démontrer que l'outil canadien (CMIST), à l'instar d'autres outils d'évaluation du risque, affiche un paramétrage excessif et pourrait bénéficier des mesures d'optimisation décrites dans ces pages, on recommande de poser toutes les questions de l'outil et d'en tirer une note (intégrant l'incertitude connexe).

Parmi les espèces à risque élevé déjà présentes dans une écorégion, selon les résultats de l'outil canadien (CMIST), on comptait notamment *Didemnum vexillum, Crassostrea gigas, Styela clava* et *Littorina littorea* dans le détroit de Georgie; *Carcinus maenas, Ciona intestinalis* et *Styela clava* dans le golfe du Saint-Laurent; *Carcinus maenas, Ciona intestinalis, Didemnum vexillum* et *Styela clava* dans le plateau néo-écossais.

Parmi les espèces à risque élevé non encore observées dans une région figuraient, dans le détroit de Georgie, *Asterias amurensis, Carcinus maenas* et *Potamocorbula amurensis*. Aucune espèce de ce genre n'a été détectée dans les écorégions du golfe du Saint-Laurent et du plateau néo-écossais.

Les évaluateurs ayant utilisé l'outil canadien (CMIST) ont consigné les raisons pour lesquelles ils ont posé chaque question ayant donné lieu à une note, ainsi que leur degré d'incertitude. Cette information supplémentaire est extrêmement précieuse aux fins de futures évaluations écologiques et socioéconomiques, car les évaluateurs d'alors disposeront d'une information complémentaire. On recommande donc l'établissement d'une base de données accessible et interrogeable qui regrouperait l'information à l'appui (réponses aux questions accompagnées des motifs de classement et du degré d'incertitude) et qui, après archivage, contribuerait aux évaluations futures.

Les gestionnaires ont également fait ressortir la valeur de certains renseignements complémentaires allant au-delà de la note générale de risque et de la probabilité d'invasion, et de l'impact des notes et de l'incertitude concernant l'invasion, principalement pour les espèces à risque élevé. On recommande donc également l'établissement d'un autre modèle conçu pour une consultation rapide de la part des gestionnaires. Puisque le temps et les ressources disponibles sont restreints, on pourrait utiliser une information de cette nature à la place d'une évaluation du risque plus approfondie.

AUTRES CONSIDÉRATIONS ET PROCHAINES ÉTAPES

Le document d'orientation accompagnant l'outil canadien (CMIST) est le fondement de la réponse aux questions et de l'établissement des notes, mais on devrait le faire précéder d'un texte supplémentaire indiquant qu'il faut veiller à tenir compte du contexte global. On entend par là, notamment, les limites spatiales et temporelles de l'évaluation. Par ailleurs, ce document étant évolutif, il doit être mis à jour périodiquement, au fil de la disponibilité d'une information supplémentaire (par exemple après l'évaluation d'autres taxons).

On devrait également mettre au point des documents de formation qui serviront à assurer la normalisation constante des résultats de l'outil chez les évaluateurs, particulièrement ceux qui

travaillent dans des écorégions différentes ou s'intéressent à d'autres taxons. On devrait également créer un mécanisme de validation des évaluations (par exemple un examen par les pairs), afin de s'assurer que l'outil est utilisé comme il se doit et que ses résultats sont significatifs.

Pour une application efficace de l'outil, on doit non seulement connaître la région évaluée, mais aussi les renseignements propres aux espèces tirés de la documentation. Il serait utile de disposer d'évaluations antérieures d'une écorégion contenant les caractéristiques essentielles de l'environnement, car on pourrait y trouver une base cohérente pour l'établissement des notes selon les espèces.

Les participants à la rencontre ont émis une opinion consensuelle, à savoir que les évaluateurs travaillant en milieu marin ou en eau douce doivent s'efforcer d'atteindre l'objectif initial consistant à mettre au point un protocole d'évaluation préalable du risque unifié à l'échelle nationale, qui permettrait de comparer les groupes taxonomiques et d'établir des priorités parmi les espèces aquatiques envahissantes, pour le Canada entier et pour les différentes écorégions.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion nationale d'examen par les pairs, tenue du 4 au 6 février 2015, sur le protocole d'évaluation préalable des risques pour les espèces aquatiques non indigènes. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada.

MPO. 2014a. Compte rendu de l'examen national par des pairs des protocoles d'évaluation préalable des risques pour des espèces d'eau douce non indigènes; du 19 au 21 mars 2013. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2014/004.

MPO. 2014b. Avis scientifique sur les protocoles d'évaluation préalable des risques relatifs aux organismes non indigènes d'eau douce apparaissant dans le commerce au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/009.

MPO. 2012. Compte rendu de la réunion sur le protocole de filtrage et de priorisation pour les espèces aquatiques non indigènes; du 22 au 24 novembre 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2011/068.

MPO. 2009. Élaboration d'un cadre et de principes pour la classification biogéographique des zones marines canadiennes. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/056.

Mandrak, N.E., Cudmore, B., Chapman, P.M. 2012. Directives nationales sur les évaluations du risque de niveau détaillé : évaluation du risque biologique associé aux espèces aquatiques envahissantes. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2011/092. iii + 19 p.

Mandrak, N.E., Gantz, C., Jones, L.A., Marson, D., Cudmore, B. 2013. Evaluation of five freshwater screening-level risk assessment protocols and application to non-indigenous organisms in trade in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/122 v + 137 p.

Schroeder, B., Mandrak, N.E., Cudmore, B.C. 2014. Application of a Freshwater Mollusc Risk Assessment to Non-indigenous Organisms in Trade in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/060.

ANNEXE

Tableau A1. Questions de l'outil canadien (CMIST) d'évaluation préalable pour les systèmes marins et description de notes potentielles (tiré de Drolet et al.*, document en cours de révision)*

	Question	Note		
		1 (Faible)	2 (Modéré)	3 (Élevé)
Situation actuelle				
1	L'espèce est-elle présente dans la région évaluée?	Non	Observée, mais non signalée comme établie	Oui
Taux d'introduction				
2	À quelle fréquence et en quel nombre s'attend-on à ce que l'espèce arrive dans la région évaluée?	Rarement, avec peu d'individus	Fréquemment, avec peu d'individus ou rarement, avec un grand nombre d'individus	Fréquemment et en grand nombre
Survie				
3	Quelle proportion de la région d'évaluation présente un habitat propice à l'espèce?	Négligeable dans la région évaluée	Modérée dans la région évaluée	Très grande dans la région évaluée
4	Quelle proportion de la région d'évaluation présente des conditions environnementales propices à la survie de l'espèce?	Négligeable dans la région évaluée	Modérée dans la région évaluée	Très grande dans la région évaluée
Établissement				
5	La région d'évaluation remplit-elle les conditions particulières dont l'espèce a besoin pour sa reproduction?	Presque jamais	Parfois	Presque toujours
6	Dans quelle mesure les agents de contrôle naturels pourraient-ils ralentir la croissance de la population dans la région évaluée?	Ils pourraient fortement restreindre la croissance de la population.	Ils pourraient ralentir la croissance de la population.	Il est peu probable qu'ils aient un effet sur la croissance de la population.
Propagation				
7	Quelle est la superficie dans laquelle l'espèce pourrait se disperser naturellement dans la région évaluée?	Superficie très restreinte	Superficie modérée	Grande superficie
8	Quelle est la superficie dans laquelle l'espèce pourrait se disperser à cause de mécanismes anthropiques dans la région évaluée?	Superficie très restreinte	Superficie modérée	Grande superficie
Impact				
9	Quelle serait l'ampleur de l'impact que l'espèce pourrait exercer sur la croissance d'autres espèces dans la région évaluée?	Impact négligeable, pas d'impact	Impact important dans quelques régions ou modéré dans de nombreuses régions	Impact important dans de nombreuses régions
10	Quel niveau d'impact cette espèce risque-t-elle d'avoir sur les communautés de la région d'évaluation?	Impact négligeable, pas d'impact	Impact important dans quelques régions ou modéré dans de nombreuses régions	Impact important dans de nombreuses régions
11	Quel niveau d'impact cette espèce risque-t-elle d'avoir sur les habitats de la région d'évaluation?	Impact négligeable, pas d'impact	Impact important dans quelques régions ou modéré dans de nombreuses régions	Impact important dans de nombreuses régions

	Question	Note		
		1 (Faible)	2 (Modéré)	3 (Élevé)
12	Quel niveau d'impact cette espèce risque-t-elle d'avoir sur la fonction de l'écosystème dans la région d'évaluation?	Impact négligeable, pas d'impact	Impact important dans quelques régions ou modéré dans de nombreuses régions	Impact important dans de nombreuses régions
13	Quel serait le niveau d'impact que les maladies, les parasites et les organismes associés à l'espèce pourraient exercer sur les autres espèces dans la région évaluée?	Impact négligeable, pas d'impact	Impact important dans quelques régions ou modéré dans de nombreuses régions	Impact important dans de nombreuses régions
14	Quel niveau d'impact génétique cette espèce risque-t-elle d'avoir sur les autres espèces de la région d'évaluation?	Impact négligeable, pas d'impact	Impact important dans quelques régions ou modéré dans de nombreuses régions	Impact important dans de nombreuses régions
15	De quelle ampleur seraient les répercussions exercées par l'espèce sur les espèces menacées ou en déclin de la région évaluée?	Impact négligeable, pas d'impact	Impact important dans quelques régions ou modéré dans de nombreuses régions	Impact important dans de nombreuses régions
16	Quel le niveau de l'impact que l'espèce aurait sur l'aquaculture et les espèces récoltées à des fins commerciales dans la région évaluée?	Impact négligeable, pas d'impact	Impact important dans quelques régions ou modéré dans de nombreuses régions	Impact important dans de nombreuses régions
17	Sait-on si l'espèce est ou est réputée être envahissante ailleurs dans le monde?	Non	Non, mais elle a des caractéristiques d'espèces envahissantes.	Oui

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)
Région de la capitale nationale
Pêches et Océans Canada
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

Téléphone : 613 990-0293
Courriel : csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2015. Protocole d'évaluation préalable des risques pour les espèces aquatiques marines non indigènes. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/044.

Also available in English :

DFO. 2015. Marine Screening-Level Risk Assessment Protocol for Marine Non-Indigenous Species. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2015/044.